



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT

EIDGENÖSSISCHES AMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Internationale Klassifikation: A 61 m 11/00  
B 06 b 1/06

Gesuchsnummer: 9837/67  
Anmeldungsdatum: 11. Juli 1967, 18<sup>1</sup>/<sub>4</sub> Uhr

Patent erteilt: 15. September 1969  
Patentschrift veröffentlicht: 31. Oktober 1969

C

## HAUPTPATENT

Mistogen Equipment Company, Oakland (Calif., USA)



## Nebelerzeugungseinrichtung

Allan Earle Peck und Raleigh Joseph Harris, Oakland (Calif., USA), sind als Erfinder genannt worden

1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Nebelerzeugungseinrichtung, bei der zum Erzeugen eines Aerosols Ultraschallwellen durch eine Flüssigkeit geleitet werden.

Bei der Behandlung von Atmungsbeschwerden umfasst die Behandlung u. a. auch das Einatmen von Aerosolen durch den Patienten. Viele Atmungsbeschwerden treten auf in Begleitung von Blutandrang in den Atmungswegen und eines unzureichenden Auswurfs von Absonderungen der Lunge durch den Patienten, und es hat sich gezeigt, dass diese Beschwerden durch Einatmen eines Aerosols aus Wasser oder Salzwasser behoben werden können. Es ist eine herkömmliche Praxis, ein Heilmittel, wie ein Relaxans, für die Behandlung von Asthma in das Atmungssystem in Form eines Aerosols direkt einzuführen und als ein diagnostisches Verfahren ergibt die Analyse des Auswurfs nach dem Absetzen des Aerosols in den Lungen eine repräsentative Information als mittels einer Biopsie erhalten werden kann.

Die herkömmlichen Geräte zum Erzeugen eines Aerosols, die bei der Inhalationstherapie benutzt werden, enthalten einen Vorrat einer Flüssigkeit und eines unter Druck stehenden einatmungsfähigen Gases. Eine Flüssigkeitsausströmdüse und eine Gasausströmdüse sind so angeordnet, dass zuerst die Flüssigkeit und hinter dieser das Gas zum Ausströmen gebracht wird, wobei ein Gemisch aus Gas und vernebelter Flüssigkeit erzeugt wird, das vom Patienten eingeatmet wird. Diese Art von Nebelerzeugungsgerät erfordert einen Luftkompressor oder eine Quelle eines unter Druck stehenden Gases und kann daher nur eine beschränkte Menge Nebel erzeugen, so dass bei einem grösseren Bedarf mehrere solcher Geräte benutzt werden müssen. Aerosole dringen in das Atmungssystem am tiefsten ein, wenn Aerosolpartikel die gleiche sehr geringe Grösse aufweisen, und die oben

2

beschriebenen Nebelerzeugungsgeräte können häufig diese Anforderungen nicht erfüllen.

Diese und sonstige Mängel von herkömmlichen Nebelerzeugungsgeräten werden bei der Einrichtung nach der Erfindung vermieden, bei der die Vernebelung dadurch bewirkt wird, dass Ultraschallwellen durch die zu vernebelnde Flüssigkeit geleitet werden, wobei die Schallwellen von einem Ultraschallvibrationselement abstrahlen, das mit der genannten Flüssigkeit akustisch in Verbindung steht.

Nachstehend werden verschiedene Ausführungsformen der Erfindung beschrieben. In den beiliegenden Zeichnungen ist die

Fig. 1 eine schaubildliche Darstellung einer Ausführungsform einer Nebelerzeugungseinrichtung nach der Erfindung, die die Hauptbauteile der Einrichtung zeigt,

Fig. 2 ein senkrechter Schnitt durch die Einrichtung im wesentlichen nach der Linie 2—2 in der Fig. 1,

Fig. 3 eine zum Teil als Schnitt gezeichnete Seitenansicht der Vernebelungs- und der Flüssigkeitszuführungsvorrichtung, von der Linie 3—3 in der Fig. 1 aus gesehen,

Fig. 4 in grösserem Masstab eine schaubildliche Darstellung des unteren Teiles der Vernebelungsvorrichtung nach der Fig. 1 mit dem Übertrager und der Übertragerhalterung,

Fig. 5 eine schaubildliche Darstellung der Einzelteile des oberen Teiles der Vernebelungsvorrichtung nach der Fig. 1 sowie des Leitbleches und dessen Umschliessung,

Fig. 6 eine Seitenansicht einer anderen Ausführung des unteren Teiles der Vernebelungsvorrichtung nach

benutzt wird und eine abgestimmte radiofrequente elektromagnetische Welle mit hoher Leistung erzeugen kann. Für die Zwecke der Erfindung soll der Generator 1 eine Ausgangsleistung von 15 Watt aufweisen, während der Wandlerkristall 5 mit einer Frequenz von 1,4 Megahertz schwingt.

In den Stromkreis des Generators 1 ist eingeschaltet ein Schalter 109, eine Anzeigelampe 112, ein Halter 113 für die Sicherung und der Verbinder 114, an den ein Stromleiterkabel 115 angeschlossen ist, welche genannten Elemente an der Frontplatte 15 des Gehäuses 4 angeordnet sind, wie in der Fig. 1 dargestellt. Wird der Schalter 109 in die Stellung «EIN» bewegt, so wird der Ausgang des Generators 1 dem Wandler 55 über das Zweileiter-Kabel 115 zugeführt, von dem der eine Leiter mit der Abschirmung 35 und der andere Leiter mit dem Stift 37 verbunden ist. Mit dem Schalter 109 kann ferner die Gebläseeinheit 13 ein- und ausgeschaltet werden.

Wie in der Fig. 2 dargestellt, ist ein langgestrecktes, zylindrisches und an den Enden offenes Rohr 57 aus Kunststoff oder einem anderen nichtleitenden Material am unteren Ende mit einer kreisrunden Ausnehmung versehen, wodurch ein nach unten gerichteter ringförmiger Flansch 58 und eine nach unten gerichtete Schulter 59 geschaffen wird, die das obere Ende des Ringes 52 aufnimmt. Durch die Kappe 26 und den Ring 52 erstrecken sich mehrere Schrauben 62, von denen in der Fig. 2 nur eine Schraube dargestellt ist, die in das untere Ende des Rohres 57 eingeschraubt sind und die Wandhalterung an der Gebrauchsstelle festhalten. Eine in einer Vertiefung 65 an der Schulter 59 sitzende Ringdichtung 64 wird gegen die Oberseite des Flansches 53 am Ring 52 gepresst und dichtet die Stelle zwischen dem Ring und dem Rohr 57 flüssigkeitsdicht ab.

Oberhalb des Wandlers 55 bildet das Rohr 57 eine Kammer, in der eine Flüssigkeit vernebelt werden soll, welche Kammer die Form einer zylindrischen axialen Bohrung 67 aufweist, deren unterer Teil den gleichen Durchmesser besitzt wie die vom Flansch 53 am Ring 52 umgrenzte Öffnung, welcher Bohrungsteil etwas kleiner ist als der Aussendurchmesser des Wandlers 55. Der obere Teil der Bohrung 67 weist einen wesentlich größeren Durchmesser auf, wodurch zwischen den Teilen des Rohres 57 und allgemein in dessen Mitte eine schräge Schulter 68, eine oberhalb dieser befindliche waagerechte Schulter 72 und ein waagerechter Absatz 73 gebildet wird. Durch den genannten Absatz wird der obere Wandungsteil 74 gegenüber dem unteren Teil des Rohres 57 nach aussen versetzt und dabei eine äussere Schulter 66 geschaffen, die von dem Ring 22 abgestützt ist (Fig. 1—3). Ein radial nach innen gerichteter Flansch 75 am oberen Ende des Wandungsteiles 74 weist eine nach unten abfallende Oberseite 76 auf und erstreckt sich nach innen bis zu demselben Innendurchmesser wie der innere Wandungsteil oberhalb der Schulter 72.

Es ist ein zweites zylindrisches und an den Enden offenes Rohr 77, vorzugsweise aus einem durchsichtigen Kunststoff oder einem ähnlichen durchsichtigen Material, vorgesehen, dessen Aussendurchmesser im wesentlichen gleich dem Innendurchmesser des Flansches 75 und des oberhalb der Schulter 72 gelegenen Wandungsteiles ist, während die Wandstärke gleich der Breite der genannten Schulter ist. Das Rohr 77 kann daher in das Rohr 57 eingeschoben werden, wobei die Aussenseite am Flansch 75 anliegt sowie an dem Wandungsteil am Absatz 73, während das untere Ende des Rohres auf der Schulter 72 ruht. Wird das Rohr 77

auf diese Weise eingesetzt, so bildet es eine Fortsetzung des Teiles der Bohrung 67 mit dem grösseren Durchmesser, wobei die Länge des Rohres 77 so bemessen ist, dass es vom oberen Ende des äusseren Rohres 57 aus bis zu einem oberen Ende 78 vorsteht, das mit einem Aussengewinde 79 versehen ist.

Auf das obere Ende 78 des Rohres 77 ist ein zylindrisches Leitblechgehäuse 82 aufgeschraubt (Fig. 2, 5), das für diesen Zweck mit einem zu dem Gewinde 79 passenden Innengewinde 83 am unteren Ende versehen ist. Im Gehäuse 82 ist ein Leitblech 84 angeordnet. Das Gehäuse wird am oberen Ende durch eine Kappe 85 verschlossen.

Oberhalb des Innengewindes weist das Gehäuse 82 einen verhältnismässig dicken Wandungsteil 86 auf, der sich bis zur Oberseite eines Quergliedes 87 erstreckt. Am Wandungsteil 86 ist eine allgemein radial verlaufende Durchlassöffnung 88 vorgesehen, die schräg nach unten verläuft und mit dem Inneren des Gehäuses 82 in Verbindung steht.

Von der Unterseite des Quergliedes 87 hängt in der Mitte des Gehäuses 82 senkrecht eine Umlenk- oder Leitplatte 89 herab, die das Innere des Gehäuses unterhalb des Quergliedes 87 und den oberen Teil des Rohres 77 in zwei Teile unterteilt. Die Seitenkanten der Platte 89 sind, wie aus der Fig. 5 zu ersehen ist, bei 92 mit Ausschnitten versehen, die die nach innen vorstehenden Seiten des Wandungsteiles 86 aufnehmen. Die Platte 89 wird an der Gebrauchsstelle dadurch festgehalten, dass sie gegen die gekrümmte Innenseite des Wandungsteiles 86 von einer Schraube 94 geklemmt wird, die radial durch den Wandungsteil 86 hindurchgeschraubt wird, bis die Schraube gegen die Platte stösst.

An der am Durchlass 88 gelegenen Seite der Platte 89 ist ein Querglied 87 mit einer verhältnismässig kleinen Öffnung 95 vorgesehen, wobei an der anderen Seite der genannten Platte im wesentlichen das ganze Querglied 87 weggeschnitten ist, wodurch eine allgemein segmentförmige Öffnung 96 geschaffen wurde (Fig. 5). Der Oberhalb des Quergliedes 87 gelegene Wandungsteil 97 ist mit einer nach oben gerichteten Schulter 98 versehen.

Das in den Figuren 2 und 5 dargestellte Leitglied 84 weist einen in der Mitte gelegenen zylindrischen Körper 99 auf, von dem radial und in axial gleichen Abständen drei verhältnismässig dünne und segmentförmige Rippen 102 abgehen, von denen jede Rippe am Umfang des Körpers 99 eine gerade Kante 103 sowie eine angeschärfte kreisrunde zum Körper konzentrische Kante 104 aufweist. Der Durchmesser der gekrümmten Kanten 104 der Rippen 102 ist im wesentlichen gleich dem Innendurchmesser des Wandungsteiles 97 oberhalb der Schulter 98, während der Durchmesser des zylindrischen Körpers 99 ungefähr gleich der Hälfte des genannten Innendurchmessers ist, so dass das Glied 84 in das Gehäuse 82 hineinpasst, wobei die gekrümmten Kanten 104 im wesentlichen an der Wandung 97 anliegen, während die unterste Rippe 102 auf der Schulter 98 ruht. Wird das Leit- oder Umlenkglied 84 ordnungsgemäss eingesetzt, so verläuft die gerade Kante 103 der untersten Rippe 102 parallel zur oberen Kante der Platte 89 und liegt über der Öffnung 95. Der gekrümmte Teil 104 der untersten Rippe liegt im Abstand über der Öffnung 96. Es wird darauf hingewiesen, dass der gekrümmte Teil 104 der mittleren Rippe 102 entgegengesetzt zu den gekrümmten Teilen der oberen und der unteren Rippe angeordnet ist, wodurch ein gewundener

der Vernebelungsvorrichtung erzeugten Aerosols ausgeübt werden.

Wird der Wandler 55, der nach der bisherigen Beschreibung aus einer Scheibe eines piezoelektrischen Kristalls besteht, durch elektromechanische Energie zu Schwingungen mit einer Ultraschallfrequenz angeregt, so bewegen sich dessen Seitenflächen in bezug auf einander axial zur Scheibe, d. h. der Kristall schwingt mit einer entsprechenden Frequenz. Die bei einer bestimmten Energie erzeugte Schwingungsamplitude ist wesentlich grösser, wenn der Kristall bei seiner Resonanzfrequenz schwingt, weshalb es vorzuziehen ist, den Kristall bei dieser Resonanzfrequenz zu betreiben, die normalerweise als Nennfrequenz bezeichnet wird.

Steht eine der schwingenden Flächen mit einer Flüssigkeitsmenge in Berührung, so werden die Ultraschallwellen vom Kristall aus durch die Flüssigkeit hindurch übertragen. An der Kristallfläche tritt ferner in der Flüssigkeit ein Druckabfall auf, der in einem ausserordentlich hohen Ausmass die Bildung und das Zusammenfallen von Hohlräumen oder Blasen bewirkt. Diese Blasen strömen zur Oberfläche der Flüssigkeit und treffen auf die Grenzfläche zwischen Flüssigkeit und Luft, wobei an dieser Fläche ein feiner Nebel oder ein Aerosol erzeugt wird.

Bei der Nebelerzeugungseinrichtung nach der Erfindung werden Aerosolpartikel gleicher Grösse und in sehr grossen Mengen dadurch erzeugt, dass die Ultraschallwellen auf einen Punkt konzentriert werden, in dem sie den Flüssigkeitsspiegel durchdringen, und dass die Strömung der Blasen auf einen Punkt fokussiert wird, der im wesentlichen auf diesem Flüssigkeitsspiegel liegt. Diese erwünschte Konzentration der Ultraschallwellen erfolgt in einem Teil der Vernebelungsvorrichtung, welcher Teil von der Wandung der Bohrung 67 und der angrenzenden Seite des Wandlers abgegrenzt wird.

Die Bohrung 67 weist die gleiche Weite auf von dem an den Wandler 55 angrenzenden Ende bis im wesentlichen zum oberen entgegengesetzten Ende, an dem sich die Bohrung erweitert. Der die gleiche Weite aufweisende Teil der Bohrung 67 besitzt ungefähr den gleichen bis zu einem etwas kleineren Durchmesser wie der Wandler 55. Da bei den Ultraschallwellen eine starke Reflexion auftritt, wenn die Schallwellen aus einer Flüssigkeit auf einen festen Körper übertragen werden, so ist es erwünscht, den Durchmesser der Bohrung verhältnismässig klein zu bemessen, so dass die Reflexion des festen Materials benutzt wird, um die Ultraschallwellen einzugrenzen und hoch zu konzentrieren. In der Praxis soll jedoch der Durchmesser der Bohrung nicht wesentlich kleiner sein als der Durchmesser des Wandlers, da ein festes Material, das über der abstrahlenden Fläche des Wandlers in der Bahn der ausgesendeten Schallwellen liegt, einen Teil der abgestrahlten Energie absorbiert, wodurch die Wirksamkeit der Vernebelung herabgesetzt wird. Bei der Vernebelungsvorrichtung ist ein Umfangskontakt zwischen dem Rohr 57 und dem Wandler notwendig, um eine Flüssigkeitsabdichtung herzustellen.

Nach dem der Durchmesser des gleich weiten Teiles der Bohrung und der resultierende Brennpunkt der konvergierenden Blasenströmung in der zu verneblenden Flüssigkeit bestimmt worden sind, wird die Länge dieses Teiles so bemessen, dass der Brennpunkt im erweiterten oberen Teil der Bohrung und im wesentlichen an der Schulter 72 auftritt. Dies ist für die Flüssigkeit in der Bohrung 67 der günstigste Spiegel, der bei der Flüssig-

keit in der Vernebelungsvorrichtung vom Vorratsbehälter 3 und der oben beschriebenen Pegelregulierungsanordnung selbsttätig aufrechterhalten wird.

Bei der beschriebenen Einrichtung besteht der Wandler 55 aus einer Scheibe eines piezoelektrischen keramischen Materials, z. B. Bariumtitanat, mit einem Durchmesser von ungefähr 22,2 mm, während das Rohr 57 aus Nylon besteht, wobei der gleich weite untere Teil der Bohrung 67 über eine Länge von ungefähr 15,8 mm hinweg einen gleichbleibenden Durchmesser von 17,5 mm aufweist, während der obere erweiterte Teil sich axial über weitere 6,3 mm bis zur Schulter 72 erstreckt. Wird der Wandler 55 vom Generator 1 mit einer Ausgangsleistung von ungefähr 15 Watt zu Schwingungen mit einer Frequenz von 1,4 Megahertz angeregt, so tritt der günstigste Wirkungsgrad bei der Erzeugung des Aerosols auf, wenn der Flüssigkeitsspiegel im wesentlichen auf der Höhe der Schulter 72 liegt, wobei das Aerosol in einer Menge von ungefähr 2 cm<sup>3</sup> pro Minute erzeugt wird.

Die Ultraschallwellen können andererseits auch dadurch zum Konvergieren gebracht werden, dass ein konkav gekrümmter Kristall verwendet wird, jedoch ist ein solcher Kristall wesentlich teurer als ein ebener Kristall.

Befindet sich die Nebelerzeugungseinrichtung in Betrieb, so wird die Flüssigkeit in der Kammer 67 beständig verbraucht; jedoch wird der Flüssigkeitsspiegel beständig auf der günstigsten Höhe gehalten, bis der Vorrat im Topf 119 unter diesen Spiegel absinkt. Sinkt die Flüssigkeit in der Bohrung 67 unter diesen Spiegel ab, so sinkt auch der Wirkungsgrad der Vernebelung merklich ab. Bei der in der Fig. 2 dargestellten Vernebelungsvorrichtung dauert es nach dem Absinken des Flüssigkeitsspiegels unter die erwünschte Höhe noch mehrere Stunden, bis auch der Rest der Flüssigkeit vernebelt ist. Wird die Vernebelungsvorrichtung unbeabsichtigterweise in Betrieb gelassen ohne einen ausreichenden Flüssigkeitsbestand, so ist die Wahrscheinlichkeit gross, dass dieser Zustand entdeckt und aufgehoben wird, lange bevor der Flüssigkeitsbestand erschöpft ist und das Gerät durch Überhitzung beschädigt wird.

Wie in der Fig. 2 durch den Pfeil 142 angezeigt wird, führt der Luftstrom aus der Gebläseeinheit 13 das Aerosol aus dem Rohr 77 nach oben an den Umlenkrippen 103 vorbei, die alle grösseren Partikel abfangen, und dann durch den Auslass 108 und durch einen Schlauch 140 zu einer Maske oder zu einem anderen Leitmittel für den Patienten. Die eine verhältnismässig geringe Geschwindigkeit aufweisende Strömung aus dem Gebläse 13 tritt aus dem Passtück 117 aus, stösst auf die Platte 89, strömt an dieser entlang nach unten um die untere Kante herum, nimmt den in der Bohrung 67 erzeugten Nebel auf und strömt dann zusammen mit dem Nebel längs der entgegengesetzten Seite der Platte 89 nach oben durch das die Umlenkglieder 102 enthaltende Gehäuse 82 und durch den Auslass 108. Die Luftströmung aus dem Gebläse 13 kann den jeweiligen Erfordernissen entsprechend reguliert werden. Anstelle der Luftströmung kann als Aerosolträger Sauerstoff oder ein anderes einatmungsfähiges Gas verwendet werden, oder der Patient kann die vernebelte Flüssigkeit einfach einatmen. Bei der Behandlung bestimmter Leiden können besondere Gasträger erforderlich sein; es wird jedoch darauf hingewiesen, dass die Verwendung eines komprimierten Gases oder einer Luftströmung bei der

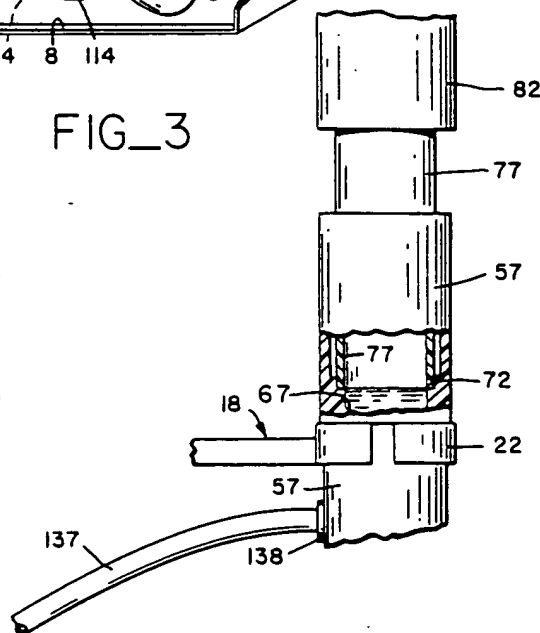
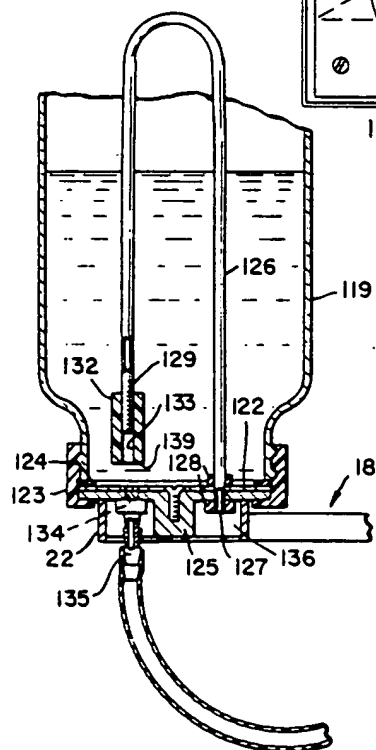
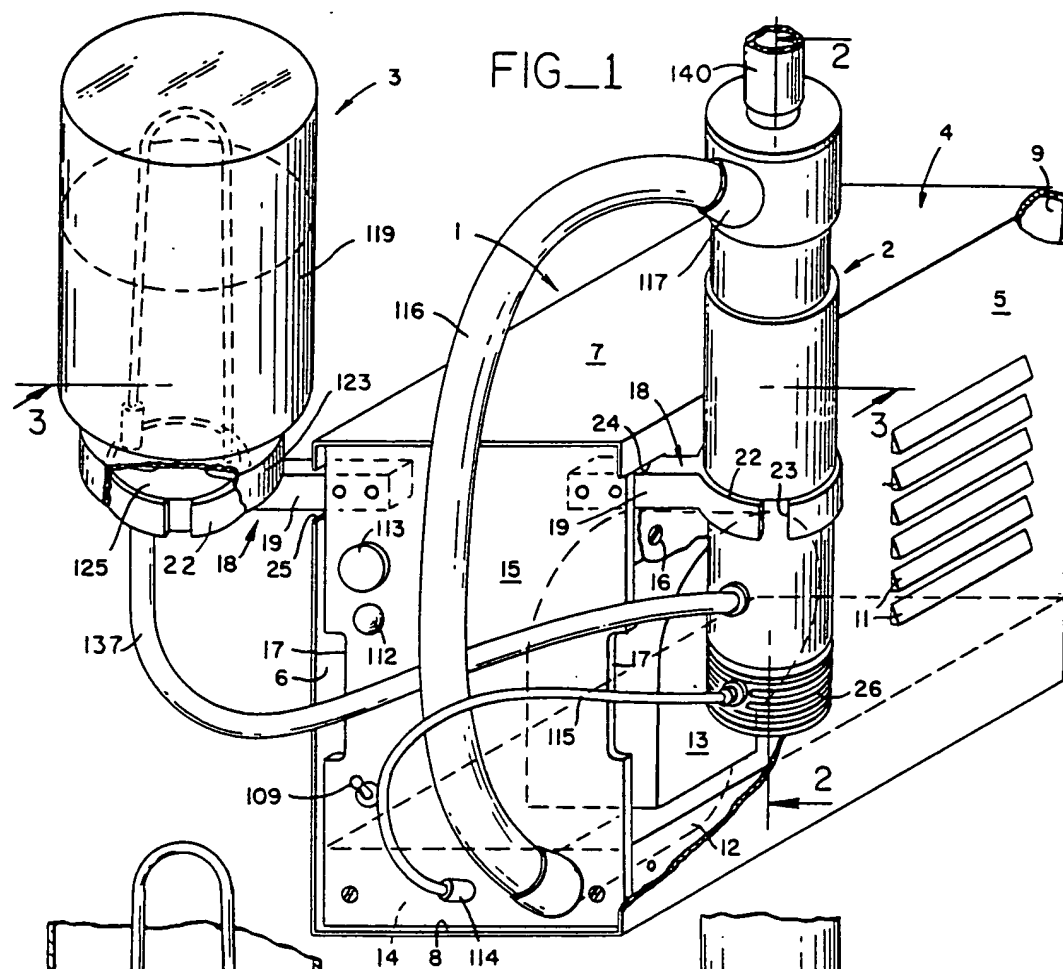
hend aus einem Vorratsbehälter für die Flüssigkeit, aus einem im Vorratsbehälter angeordneten Rohr, das ausserhalb des Vorratsbehälters mit der Umgebungsluft und mit dem Inneren des Behälters durch eine Öffnung an einer Stelle in Verbindung steht, die in einiger Entfernung oberhalb des Bodens des Behälters gelegen ist, durch Mittel, die den Vorratsbehälter so halten, dass die genannte Öffnung sich in der genannten bestimmten Höhe befindet, und aus einer Leitung, die mit dem Vorratsbehälter unterhalb der genannten Öffnung und mit der Kammer in Verbindung steht, wobei die Flüssig-

keit in der Kammer auf dem genannten Niveaubereich gehalten wird.

5. Einrichtung nach Unteranspruch 4, gekennzeichnet durch ein Mittel zum Einstellen der Höhe der genannten Öffnung über dem Boden des Vorratsbehälters.

Misto<sub>2</sub>gen Equipment Company

Vertreter: A. Braun, Basel



128  
~~144~~  
 200.16

